

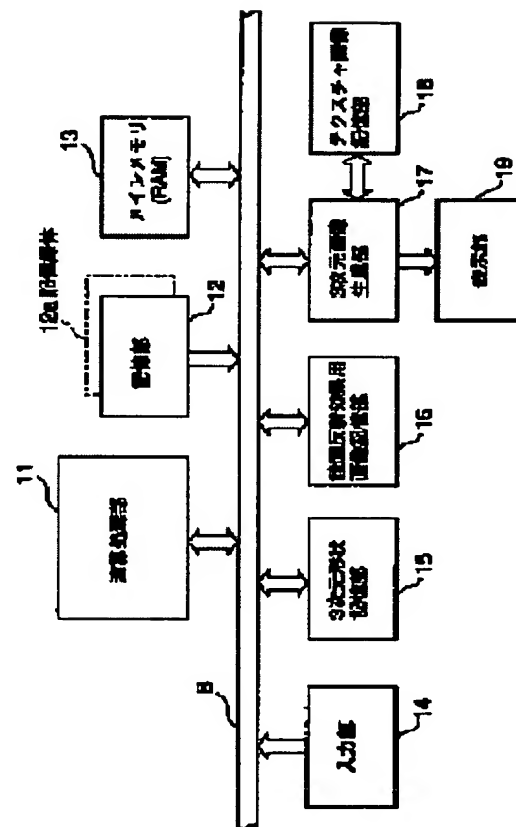
# IMAGE PROCESSOR, IMAGE PROCESSING METHOD AND STORAGE MEDIUM

**Patent number:** JP2000057372  
**Publication date:** 2000-02-25  
**Inventor:** KANEKO YOSHIKAZU  
**Applicant:** TAITO CORP  
**Classification:**  
 - international: G06T15/50; G06T17/00  
 - european:  
**Application number:** JP19980225965 19980810  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP2000057372

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a more natural image even by a computer system which is comparatively inexpensive and structured with restricted operation speed.

**SOLUTION:** An image processor is provided with a three-dimensional shape storage part 15 to store three-dimensional shape information with normal information on all vertexes, an image storage part 16 for mirror reflection effect to store an image for mirror reflection effect corresponding to the shape of a light source, an input part 14 to specify a position of the three-dimensional shape in the entire space, a position of a viewpoint, a position of the light source in the entire space and a mirror reflection coefficient of the three-dimensional shape and a three-dimensional image generating means to generate a display image of the three-dimensional shape by calculating a sticking position of the image for mirror reflection effect corresponding to the vertexes from the normal information of the vertexes of the three-dimensional shape, the position of the three-dimensional shape in the entire space, the position of the viewpoint, the position of the light source and the mirror reflection coefficient and performing perspective



BEST AVAILABLE COPY

projection of the three-dimensional shape on which the image for mirror reflection effect is stuck according to the sticking position of the image for mirror reflection effect which is calculated for each vertex on a projection plane according to the position of the viewpoint.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-57372  
(P2000-57372A)

(43)公開日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	テロート(参考)
G 0 6 T 15/50		G 0 6 F 15/72	4 6 5 5 B 0 5 0
17/00		15/62	3 5 0 A 5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-225965

(22)出願日 平成10年8月10日(1998.8.10)

(71)出願人 000132840

株式会社タイトー

東京都千代田区平河町2丁目5番3号 タ

イトービルディング

(72)発明者 金子 嘉和

東京都千代田区平河町2丁目5番3号 タ

イトービルディング 株式会社タイトー内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

Fターム(参考) 5B050 BA09 EA27 EA30 FA09

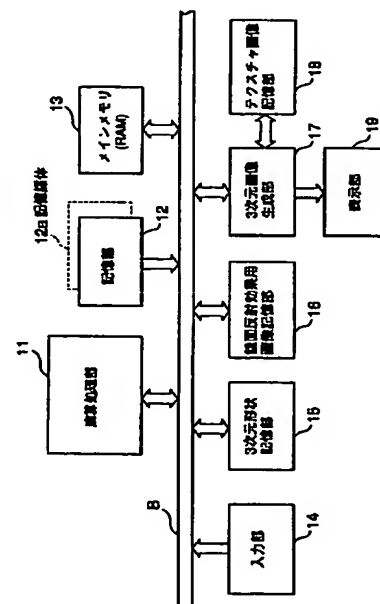
5B080 AA13 BA04 GA13 GA22

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及び記憶媒体

## (57)【要約】

【課題】 比較的安価で演算速度に制限のある構成のコンピュータシステムであっても、より自然な画像を得る。

【解決手段】 全頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する3次元形状記憶部15と、光源形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する鏡面反射効果用画像記憶部16と、3次元形状の全体空間中での位置、全体空間での視点位置と光源位置、及び3次元形状の鏡面反射係数を指定する入力部14と、3次元形状の頂点の法線情報、全体空間中における位置、視点位置と光源位置及び鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出し、各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する3次元画像生成手段とを備える。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 全ての頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する第1の記憶手段と、  
光源の形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する第2の記憶手段と、

上記3次元形状の全体空間中における位置を指定する第1の指定手段と、

上記全体空間における視点位置と光源位置を指定する第2の指定手段と、

上記3次元形状の鏡面反射係数を指定する第3の指定手段と、

上記3次元形状の頂点の法線情報、上記全体空間中における位置、上記視点位置と光源位置及び上記鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出する貼付け位置演算手段と、

上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する画像生成手段とを具備したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 上記画像生成手段は、上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像と予め記憶していた画像パターンとを重ね合わせて貼付けることを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 全ての頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する第1の記憶処理と、

光源の形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する第2の記憶処理と、

上記3次元形状の全体空間中における位置を指定する第1の指定処理と、

上記全体空間における視点位置と光源位置を指定する第2の指定処理と、

上記3次元形状の鏡面反射係数を指定する第3の指定処理と、

上記3次元形状の頂点の法線情報、上記全体空間中における位置、上記視点位置と光源位置及び上記鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出する貼付け位置演算処理と、

上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する画像生成処理とを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項4】 全ての頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する第1の記憶工程と、

光源の形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する第2の記憶工程と、

上記3次元形状の全体空間中における位置を指定する第1の指定工程と、

上記全体空間における視点位置と光源位置を指定する第2の指定工程と、

上記3次元形状の鏡面反射係数を指定する第3の指定工程と、

上記3次元形状の頂点の法線情報、上記全体空間中における位置、上記視点位置と光源位置及び上記鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出する貼付け位置演算工程と、

上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する画像生成工程とを実行するコンピュータプログラムを記憶したことを特徴とする記憶媒体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばパーソナルコンピュータやビデオゲーム機などに適用される画像処理装置、画素処理方法及び記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 近時、広い範囲でコンピュータグラフィックスが利用されており、より現実的な画像をハードウェア及びソフトウェアの負担を強いることなしに表現する方法が日々開発され続けている。

【0003】 ところで、パーソナルコンピュータやビデオゲーム機などの比較的安価なシステムで使用されるコンピュータグラフィックス技術では、陰影計算について、ゲーロー（Gouraud）・シェーディングと称される、拡散反射のみをシミュレートする機能しかサポートされていないものが多い。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記陰影計算については、上記ゲーロー・シェーディングに代えて、フォン（Phong）・シェーディングと称される、視点位置及び光源位置に応じて鏡面反射をシミュレートする、より自然な描写が可能な機能をサポートしたものが存在する。

【0005】 しかしながら、このフォン・シェーディングは、上記ゲーロー・シェーディングに比して非常に多くの計算量を必要とするため、安価なシステム構成で動画像処理を行わなくてはならないパーソナルコンピュータやビデオゲーム機では実行することが困難であった。

【0006】 本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、比較的安価で演算速度に制限のある構成のコンピュータシステムであっても、より自然な画像を得ることが可能な画像処理装置、画像処理方法及び記憶媒体を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、全ての頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する第1の記憶手段と、光源の形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する第2の記憶手段と、上記3次元形状の全体空間中における位置を指定する第1の指定手段と、上記全体空間における視点位置と光源位置を指定する第2の指定手段と、上記3次元形状の鏡面反射係数を指定する第3の指定手段と、上記3次元形状の頂点の法線情報、上記全体空間中における位置、上記視点位置と光源位置及び上記鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出する貼付け位置演算手段と、上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する画像生成手段とを具備したことを特徴とする。

【0008】このような構成とすれば、グーロー・シェーディングの機能しか有しない、比較的安価で演算速度に制限のある構成のコンピュータシステムであっても、鏡面反射効果を施したより自然な画像を得ることが可能となる。

【0009】請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の発明において、上記画像生成手段は、上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像と予め記憶していた画像パターンとを重ね合わせて貼付けることを特徴とする。

【0010】このような構成とすれば、上記請求項1記載の発明の作用に加えて、鏡面反射効果用画像とテクスチャパターンの画像とを重ね合わせて貼付けることで、さらに自然で写実的な画像を得ることができるようになる。

【0011】請求項3記載の発明は、全ての頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する第1の記憶処理と、光源の形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する第2の記憶処理と、上記3次元形状の全体空間中における位置を指定する第1の指定処理と、上記全体空間中における視点位置と光源位置を指定する第2の指定処理と、上記3次元形状の鏡面反射係数を指定する第3の指定処理と、上記3次元形状の頂点の法線情報、上記全体空間中における位置、上記視点位置と光源位置及び上記鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出する貼付け位置演算処理と、上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する画像生成処理とを有することを特徴とする。

【0012】このような方法とすれば、グーロー・シェー

ーディングの機能しか有しない、比較的安価で演算速度に制限のある構成のコンピュータシステムに対しても、鏡面反射効果を施したより自然な画像を描画させることが可能となる。

【0013】請求項4記載の発明は、全ての頂点の法線情報を有する3次元形状情報を記憶する第1の記憶工程と、光源の形状に対応した鏡面反射効果用画像を記憶する第2の記憶工程と、上記3次元形状の全体空間中における位置を指定する第1の指定工程と、上記全体空間中における視点位置と光源位置を指定する第2の指定工程と、上記3次元形状の鏡面反射係数を指定する第3の指定工程と、上記3次元形状の頂点の法線情報、上記全体空間中における位置、上記視点位置と光源位置及び上記鏡面反射係数から、頂点に対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置を算出する貼付け位置演算工程と、上記3次元形状を構成する各頂点に対して算出された鏡面反射効果用画像の貼付け位置に従って鏡面反射効果用画像を貼付けた3次元形状を、上記視点位置に従って投影平面に透視投影することにより、上記3次元形状の表示画像を生成する画像生成工程とを実行するコンピュータプログラムを記憶したことを特徴とする。

【0014】このような記憶内容とすれば、グーロー・シェーディングの機能しか有しない、比較的安価で演算速度に制限のある構成のコンピュータシステムに対しても、鏡面反射効果を施したより自然な画像を描画させることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の一形態について図面を参照して説明する。図1はその回路構成を示すもので、11が全体の動作制御を司るCPUを含んだ演算処理部である。この演算処理部11に対して、記憶部12、メインメモリ13、入力部14、3次元形状記憶部15、鏡面反射効果用画像記憶部16、及び3次元画像生成部17がバスBにより接続される。

【0016】記憶部12は、演算処理部11の動作プログラムを記憶した記憶媒体12aを着脱自在に有するものであり、メインメモリ13は画像生成処理の実行時に動作プログラムの一部及び処理データ等を一時的に記憶保持する。

【0017】入力部14は、オペレータからの入力を受付けるキーボード及びマウスとそのコントローラ、他のコンピュータシステムからの入力を受付ける通信系の回路、処理対象としての3次元形状データやテクスチャパターンとなる画像データ等を記憶したハードディスク装置などを含むもので、入力されたデータは上記演算処理部11へ送られる。

【0018】3次元形状記憶部15は、メモリで構成され、入力された処理対象となる3次元形状データを一時的に保存して演算処理部11に供給する。鏡面反射効果用画像記憶部16は、メモリで構成され、入力された処

理対象となる鏡面反射効果用の画像データを一時的に保存して演算処理部11に供給する。

【0019】3次元画像生成部17は、レンダリング処理の開始前に上記入力部14から送られてくるテクスチャパターンの画像データを一時記憶するメモリでなるテクスチャ画像記憶部18と、例えばCRT及びそのドライバでなる表示部19を接続し、演算処理部11からの指示に応じてレンダリング処理を実行し、3次元コンピュータグラフィックス画像を生成して表示部19に表示させるもので、ここでは、例えばパーソナルコンピュータ用に提供されるゲーロー・シェーディング機能付のグラフィックスアクセラレータを使用するものとする。

【0020】このグラフィックスアクセラレータを利用することで、3次元形状を構成するポリゴンを投影平面上に投影した2次元多角形に対して、該多角形の各頂点の表示色を決定しておけば、多角形内部の各ピクセルの表示色を、多角形の頂点の表示色を内挿して決定させることができる。

【0021】しかるにこのグラフィックスアクセラレータにより3次元形状のポリゴンにテクスチャマッピングを施す場合には、貼付けるテクスチャパターンの画像データとポリゴンの各頂点に対応するテクスチャパターンの画像上の座標値、すなわち貼付け位置とを指定することにより、投影平面上の2次元多角形内部の各ピクセル毎に、頂点に対するテクスチャパターンの貼付け位置を内挿して、ピクセルへのテクスチャの貼付け位置を求めるようになるものである。

【0022】そして、その貼付け位置に対応するテクスチャパターンのテクセルの値と、前記ピクセルの表示色とから、テクスチャマッピングされたポリゴンのピクセルの表示色を求める。なお、3次元画像生成部17を構成するグラフィックスアクセラレータの機種によっては、ピクセルの表示色と該テクセル値に対する演算を、予め用意した何種類かの中から任意に選択することができるものとしてもよい。

【0023】次に上記実施の形態の動作について説明する。図2は主として演算処理部11による、鏡面反射効果を施した3次元画像を表示するまでの一連の処理手順を示すもので、その当初には、演算処理部11が他の3次元レジスタ作成システムで作成された3次元形状データを入力部14より取込んで3次元形状記憶部15に記憶させる(ステップS1)。

【0024】ここで、取扱われる3次元形状データは以下の要素、すなわち

- (a) 3次元形状を構成するポリゴンの頂点座標値
- (b) 3次元形状を構成するポリゴンの頂点の法線ベクトル
- (c) 3次元形状を構成するポリゴンの表示色を少なくとも有しており、さらに該ポリゴンにテクスチャマッピングを施す場合には次の要素、すなわち

(d) 3次元形状を構成するポリゴンにマッピングされるテクスチャのテクスチャID

(e) 3次元形状を構成するポリゴンの頂点に対するテクスチャ画像の貼付け位置も必要となる。但し、テクスチャマッピングを施す場合には、上記3次元形状データを3次元形状記憶部15に記憶させるのと併せて、演算処理部11が他の3次元レジスタ作成システムで作成されたテクスチャパターンの画像データを入力部14より取込んで3次元画像生成部17を介してテクスチャ画像記憶部18に記憶させる必要がある。

【0025】次いで、演算処理部11は他の画像作成システムで作成された鏡面反射効果用画像を入力部14より取込み、3次元画像生成部17を介して、上記ステップS1でテクスチャ画像記憶部18に記憶させたテクスチャパターンの画像データとは別に、やはりテクスチャパターンの画像データとして記憶保持させる(ステップS2)。

【0026】図3は、このときテクスチャ画像記憶部18に記憶される鏡面反射効果用画像を例示するもので、ここでは点光源による、中央部分が最も明るく、周辺部にいくに従って次第に暗くなるように作成されたものを示している。この明るさの減衰は、コサイン波のカーブに従った変化となるように設定されており、「白」を「1」、「黒」を「0」とした白黒濃淡画像として作成される。しかして、中心位置から所定の距離以上離れた領域は全て「0(黒)」がセットされる。

【0027】その後、表示する3次元形状が全体空間中のどこに位置するのかを入力部14のキーボード、マウス等により入力することで指定する(ステップS3)。この際、3次元形状の全体空間中における位置だけでなく、3次元形状の向き、すなわち正面がどちらを向いているのかを併せて指定入力する必要がある。

【0028】次いで、3次元コンピュータグラフィックス画像を作成するために、視点情報及び光源情報を入力部14により指定入力する(ステップS4)。これはすなわち、3次元コンピュータグラフィックス画像が、対象となる3次元形状を所定の視点から観測した時の画像であり、視点情報を明確にしなければ3次元コンピュータグラフィックス画像を生成することができないからである。

【0029】ここで視点情報とは、全体空間における視点の位置、視線がどの方向を向いているのかによる視線の方向、及び視野角の3つの情報からなる。このうち視野角は、カメラのレンズの画角に相当するもので、望遠レンズのように視野角が狭いと狭い範囲しか観測することができないが、遠方にある形状も大きく表示することができる。反対に、広角レンズのように視野角が広いと広い範囲を観測することができる一方、視野内の個々の形状の描画は小さいものになってしまう。したがって、重要なことは、視点情報を指定する際に観測対象となる

3次元形状が視野から外れないようにする点にある。

【0030】また、本実施の形態では、3次元画像生成部17を構成するパーソナルコンピュータ用のグラフィックスアクセラレータとして、平行光源または上記図3で鏡面反射効果用画像を例示した如く点光源のみを対象とするものとし、光源情報として光源方向（平行光源）あるいは光源位置（点光源）、光源の明るさ、及び光源の色の3つの情報を入力指定する。

【0031】ここで平行光源の場合は、3次元形状が受ける光源からの光の強度は一定であるが、点光源の場合には光源からの距離が大きくなればなるほど光の強度が減衰することとなる。

【0032】次に鏡面反射率及び鏡面反射係数を入力部14により入力する（ステップS5）。これは、鏡面反射を起こす3次元形状について考えた場合に、その表面の物理的特性によって鏡面反射で生じるハイライトの出方が異なり、且つ3次元形状の表面の物理的特性を表すパラメータとして鏡面反射率と鏡面反射係数とがあるためである。

【0033】鏡面反射率とは、物体表面に入射された光の強度のうちのどの程度が反射されるかを表すパラメータであり、表面反射係数とは、表面に生じるハイライト光の広がりかたを表すパラメータである。

【0034】広い範囲にハイライトが生じる場合は鏡面\*

$$R = 2 * (c \cos(\theta) * N - V) + V$$

$$= 2 * (N \cdot V) * -V$$

（但し、 $(N \cdot V)$ ：ベクトルN、Vの内積。）

ここで、反射方向ベクトルRと光源方向ベクトルLとがなす角 $\delta$ が小さければ小さいほど、鏡面反射による効果が大きくなる。

【0037】次に、図5に示すような、光源方向ベクトルLをZ軸方向とする光源方向座標系を考える。この光\*

$$L_x = |Y \times L|,$$

$$L_y = (L \times L_x),$$

$$L_z = L$$

（但し、 $(Y \times L)$ ：YとLの外積、

$|V|$ ：Vの単位ベクトル。）

以下のようなマトリクスLm、すなわち、

$$Lm = \begin{bmatrix} Lx[X], & Ly[X], & Lz[X] \\ Lx[Y], & Ly[Y], & Lz[Y] \\ Lx[Z], & Ly[Z], & Lz[Z] \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

となり、全体座標系における反射方向ベクトルRに対応する光源方向座標系上の反射方向ベクトルをR1とする☆

$$R = Lm * R1$$

よって、ベクトルR1は、以下の式によって求められる。すなわち、

$$R1 = Lm^{-1} * R$$

ベクトルR1の極座標値（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）は以下の式で求めることができる。すなわち、

\* 反射係数が小さく、反対に狭い範囲にしかハイライトが生じない場合は鏡面反射係数が大きい。通常、金属表面のように滑らかな質感の表面は鏡面反射率及び鏡面反射係数が共に大きく、ざらついている質感の表面は鏡面反射率及び鏡面反射係数が共に小さい。

【0035】なお、これら鏡面反射率及び鏡面反射係数は入力部14より入力するのではなく、予め3次元形状データの一部として付加しておくものとしてもよい。しかして、以上で種々のデータ、情報の入力、指定を終えたこととなるので、演算処理部11は3次元画像生成部17に対して3次元形状の表面ポリゴンの各頂点に対応した鏡面反射効果用画像上の貼付け位置を算出させる（ステップS6）。

【0036】以下に貼付け位置の算出方法について説明する。図4に示すように、表面ポリゴンの各頂点には法線ベクトルNが予め与えられている。その頂点から視点方向に与えられる視点方向ベクトルVを求める。次に、法線ベクトルNと視点方向ベクトルVとがなす角 $\theta$ と同じ角を法線ベクトルNに対してなす反射方向ベクトルRを求める。ここで法線ベクトルN、視点方向ベクトルV、及び反射方向ベクトルRは同一平面上にあるものとする。これら3つのベクトルを単位ベクトルとすると、反射方向ベクトルRは以下の式で求めることができる。すなわち、

... (1)

※源方向座標系の各座標軸に対応する全体座標系の単位ベクトルLx、Ly、Lzについて考えると、Z軸方向の単位ベクトルLzは光源方向ベクトルLと同等となる。

ここで、全体座標系のY軸方向の単位ベクトルY=

[0, 1, 0] とすると、

... (2)

★【0038】

【数1】

☆と、反射方向ベクトルRと該ベクトルR1は以下の関係にあることが明白となる。すなわち、

... (4)

よって、ベクトルR1は、以下の式によって求められる。すなわち、

... (5)

【0039】

【数2】



$$\alpha = \tan^{-1}(R[Z]/R[X])$$

$$\beta = \tan^{-1}(R[Y]/\sqrt{R[X]^2 R_L + R[Y]^2 R_L}) \quad \dots (7)$$

【0040】したがって、頂点の鏡面反射効果用画像上の貼付け位置  $T = [s, t]$  は、図6に示すように極座\*

$$s = f(\alpha, n),$$

$$t = f(\beta, n)$$

... (8)

鏡面反射効果用画像の中心、すなわち最も明度の高い「1」の位置から、明度が「0」になるまでの距離を  $le$  ※

$$k = length * 2 / \pi$$

... (9)

上記式 (8) の関数  $f(X, n)$  は以下の式で与えられる。すなわち、

$$f(X, n) = \cos^{-1}(\cos^n(X)) \quad \dots (10)$$

但し、上記式 (7) 及び式 (10) をリアルタイムに処理しなければならないパーソナルコンピュータ用のグラフィックスアクセラレータで計算するのでは、その演算速度に比して計算量が膨大なものとなってしまう、とても処理しきれないので、通常は計算量を減らすためにその近似式を利用する。

【0041】このようにして、上記の方法により表面ポリゴンの頂点の鏡面反射効果用画像に対する貼付け位置 20 を求めることができる。次いで、3次元画像生成部 17 ★

$$I_d = I_a * k_a + I_l * k_d * \cos((L \cdot N)) \quad \dots (11)$$

(但し、 $I_a$  : 環境光強度、  
 $k_a$  : 環境光の換算反射係数、  
 $I_l$  : 入射光強度、  
 $k_d$  : 物体の拡散反射率。)

こうして得た反射光が物体の表示色となる。表面ポリゴンにおいて、個々の頂点の反射光の大きさは、頂点の法線ベクトルが異なるので、異なった値となる。3次元画像生成部 17 はグーロー・シェーディングの機能を有し 30 ているので、表面ポリゴンを描画する際にポリゴン内部 ☆

$$I_p = I_d p + I_l * k_s * T s p$$

(但し、 $k_s$  : 鏡面反射率。)

この式 (12) 中の入射光強度  $I_l$  と鏡面反射率  $k_s$  は予めわかっているため、その積を計算しておけば、3次元画像生成部 17 で計算することができる。

【0044】さらに、表面ポリゴンにテクスチャパターンが貼付けられている場合には、そのテクスチャパターンの値も加味する必要がある。この場合、表面ポリゴン ◆

$$I_p = I_d p * T p + I_l * k_s * T s p \quad \dots (13)$$

この手順を表面ポリゴンを構成する全てのピクセルについて行なうことにより、投影された表面ポリゴンに鏡面反射効果を施した着色を行なうことができるようになるものである。

【0045】こうして鏡面反射効果を施して着色された表面ポリゴンの画像データが表示部 19 に送られ、フレームバッファと呼称される画像蓄積メモリに蓄積された上で表示出力される (ステップ S8)。

【0046】以上の処理手順で順次実行することにより、グーロー・シェーディングの機能のみでフォン・シ 50

\* 値と鏡面反射係数  $n$  との関数で表すことができる。すなわち、

※  $length$  とすると、以下の式により鏡面反射係数  $k$  を決定する。すなわち、

★ が鏡面反射効果が施された3次元形状の表示用画像を作成する (ステップ S7)。

【0042】この際、まず視点情報に基づいて描画する表面ポリゴンを投影平面上に投影し、投影された表面ポリゴンについて以下の作業を行なう。はじめに、表示ポリゴンの各頂点の反射光強度を求める。この際、環境光と拡散反射に伴う物体の反射光はランバートのモデルに従うものとし、表面ポリゴンの頂点の反射光  $I$  は以下の式で与えられるものとする。すなわち、

☆ のピクセルの表示色を、そのポリゴンを構成する頂点の反射光強度を内挿することにより計算し、その値を  $I_d p$  とする。

【0043】また、そのピクセルに対応する鏡面反射効果用画像の貼付け位置も、各頂点の貼付け位置を内挿することにより求めることができる。ここで、貼付け位置に対応する鏡面反射効果用画像のテクセルの値を  $T s p$  とすると、ピクセルの表示色  $I_p$  は以下の式で決定される。すなわち、

... (12)

◆ へのテクスチャパターンの貼付け位置は予め与えられており、ピクセルに対する貼付け位置は、頂点の貼付け位置を内挿することで求めることができる。よって、ピクセルに対応するテクセルの値を  $T p$  とすると、ピクセルの表示色  $I_p$  は、以下の色で求めることができる。すなわち、

エーディングの機能は有していないパーソナルコンピュータ用のグラフィックスアクセラレータで構成される3次元画像生成部 17 であっても、鏡面反射効果を施した3次元形状の画像を表示させることができるものである。なお、本発明は上記実施の形態に限るものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々変形して実施することが可能であるものとする。

【0047】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、グーロー・シェーディングの機能しか有しない、比較的安価で演



算速度に制限のある構成のコンピュータシステムであっても、鏡面反射効果を施したより自然な画像を得ることが可能となる。

【0048】請求項2記載の発明によれば、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、鏡面反射効果用画像とテクスチャパターンの画像とを重ね合わせて貼付けることで、さらに自然で写実的な画像を得ることができるようになる。

【0049】請求項3及び4記載の発明によれば、ゲロー・シェーディングの機能しか有しない、比較的安価で演算速度に制限のある構成のコンピュータシステムに対しても、鏡面反射効果を施したより自然な画像を描画させることが可能となる。

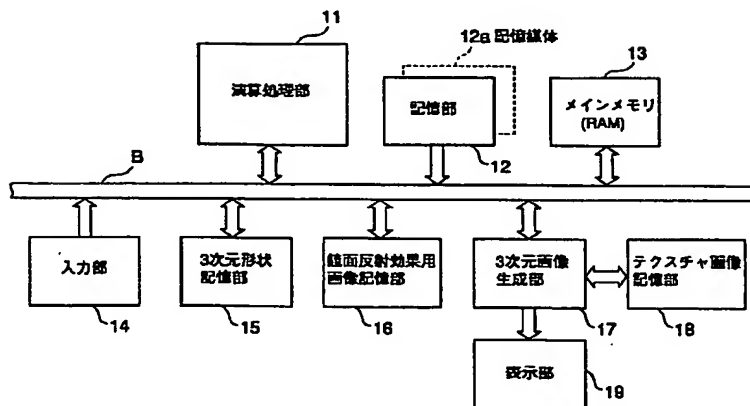
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る回路構成を示すブロック図。

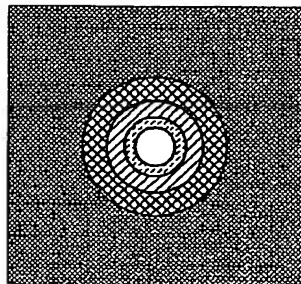
【図2】同実施の形態に係る動作処理手順を示すフローチャート。

【図3】同実施の形態に係る点光源による鏡面反射効果

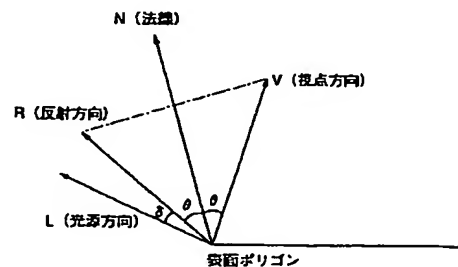
【図1】



【図3】



【図4】



用画像を例示する図。

【図4】同実施の形態に係る表面ポリゴンに対する各種ベクトルを示す図。

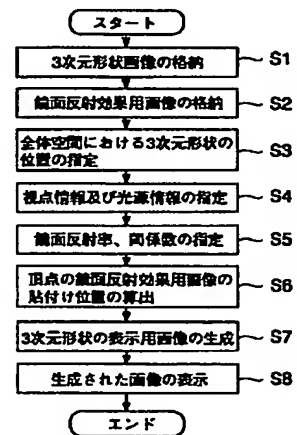
【図5】同実施の形態に係る光源方向座標系を示す図。

【図6】同実施の形態に係る極座標値と鏡面反射係数との関数を示す図。

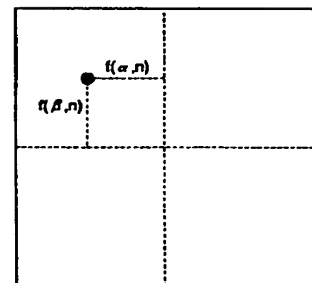
#### 【符号の説明】

- 11…演算処理部
- 12…記憶部
- 12a…記憶媒体
- 13…メインメモリ
- 14…入力部
- 15…3次元形状記憶部
- 16…鏡面反射効果用画像記憶部
- 17…3次元画像生成部
- 18…テクスチャ画像記憶部
- 19…表示部
- B…バス

【図2】



【図6】



【図5】

